

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-021566
(43)Date of publication of application : 15.02.1980

(51)Int. CI. C22C 38/42

C22C 38/58

(21)Application number : 53-094487 (71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP
(22)Date of filing : 04.08.1978 (72)Inventor : YOSHIOKA KEIICHI
KINOSHITA NOBORU
ONO HIROSHI
OHASHI NOBUO

(54) MARTENSITE SYSTEM STAINLESS STEEL FOR STRUCTURE WITH EXCELLENT WELDABILITY AND WORKABILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain this martensite system stainless steel for structure with excellent weldability and workability that can be gained by each bringing the C and N content of the martensite system stainless steel not more than 0.02% and by limiting Ni content not more than 0.1%.

CONSTITUTION: This martensite system stainless steel is that not more than 0.02% C, not more than 0.02% N, 1.0W3.5% Mn, not more than 1.0% Cu, not more than 0.10% Ni, 10W13.5% Cr and not more than 0.50% Si are contained and Cr equivalent expressed in the following expression in not more than 10.5. Cr

$$\text{equivalent} = [\% \text{Cr}] + 0.4 \times [\% \text{Si}] - 0.4 \times [\% \text{Mn}] - 0.7 \times [\% \text{Ni}] - 0.6 \times [\% \text{Cu}] - 35 \times [\% \text{C}] - 10 \times [\% \text{N}].$$

:C and N% are lowered, Ni% is also limited less than 0.1%, strength as steel for structure is kept, shearing cracks at a pickling plate and working cracks after shearing are eliminated, Cr equivalent is brought to specified value, and the toughness and workability of welded portions are improved, thus obtaining this stainless steel that is optimum as steel for steel manufacturing and cheap.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted]

2

⑬日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公告

⑫特許公報(B2)

昭57-28738

⑤Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭⑮公告 昭和57年(1982)6月18日

C 22 C 38/38

CBA

7325-4K

発明の数 2

(全4頁)

1

2

⑥溶接性と加工性に優れた構造用マルテンサイト系ステンレス鋼

①特 願 昭53-94487

②出 願 昭53(1978)8月4日

③公 開 昭55-21566

④昭55(1980)2月15日

⑦発 明 者 吉岡啓一

千葉市園生町1351

⑦発 明 者 木下昇

市原市椎津2578-64

⑦発 明 者 小野寛

市原市瀬又 611-136

⑦発 明 者 大橋延夫

船橋市習志野台2丁目52番地

⑦出 願 人 川崎製鉄株式会社

神戸市葺合区北本町通1丁目1番28号

⑦代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

⑦特許請求の範囲

1 重量%でC:0.02%以下、N:0.02%以下、Mn:1.0~3.5%、Ni:0.1%未満、Cr:1.0~13.5%およびSi:0.5%以下の組成よりなり、かつ次式

$$\text{Cr当量} = [\% \text{Cr}] + 0.4 \times [\% \text{Si}] - 0.4 \times [\% \text{Mn}] - 0.7 \times [\% \text{Ni}] - 3.5 \times [\% \text{C}] - 1.0 \times [\% \text{N}] \leq 1.0.5$$

を満足し、残部が不可避の不純物と鉄である溶接性と加工性に優れた構造用マルテンサイト系ステンレス鋼。

2 重量%でC:0.02%以下、N:0.02%以下、Mn:1.0~3.5%、Cu:1.0%以下、Ni:0.1%未満、Cr:1.0~13.5%およびSi:0.5%以下の組成よりなり、かつ次式

$$\text{Cr当量} = [\% \text{Cr}] + 0.4 [\% \text{Si}] - 0.4 \times [\% \text{Mn}] - 0.7 \times [\% \text{Ni}] - 0.6 \times [\% \text{Cu}]$$

$$-3.5 \times [\% \text{C}] - 1.0 \times [\% \text{N}] \leq 1.0.5$$

を満足し、残部が不可避の不純物と鉄である溶接性と加工性に優れた構造用マルテンサイト系ステンレス鋼。

5 発明の詳細な説明

本発明は溶接性と加工性に優れた構造用マルテンサイト系ステンレス鋼に関するものである。

フェライト系およびオーステナイト系ステンレス鋼に比べ、マルテンサイト系ステンレス鋼の極めて特徴的な点は、安価であることは勿論のこと、焼入れ-焼戻し等の熱処理を適当に施すことにより、希望する耐力および引張り強さ等の機械的性質が得られることにある。この意味でマルテンサイト系ステンレス鋼は強度が要求される構造用材料として適しているといえよう。

一般にマルテンサイト系ステンレス鋼としてSUS410、SUS420J₁およびSUS420J₂が知られているが、これらのマルテンサイト系ステンレス鋼は構造用鋼として現在ほとんど用いられていない。その理由として以下の2つが挙げられる。

まず第一に従来のマルテンサイト系ステンレス鋼はC量が高いため、溶接部の靱性および加工性が劣ることは勿論のこと、溶接方法の如何にかかわらず溶接熱影響部で溶接割れを起しやすいことである。これを防止するためには溶接前後の予熱および後熱が不可欠であり、そのため溶接作業性が著しく劣ることは勿論のこと、溶接箇所によってはこのような溶接前後の熱処理を施すことが難しい場合が多々あるからである。

第二の理由は鋼板類を板取りする際、最も簡便で、かつ寸法の大きい板まで切断が可能である点で剪断を行うことが通常であるが、このようなマルテンサイト系ステンレス鋼にあつては剪断あるいは剪断後にたとえば曲げのような加工を施す際に、特に後述の酸洗板の剪断縁部に顕著に割れが発生するという点であり、このことは構造用鋼と

3

して致命的な欠点である。一般に、ステンレス鋼表面にスケールが残存したまま溶接すると溶融部にスケールが混入するため、溶接部の靱性、加工性および疲労強度が低下するのでこれを回避するため、溶接する板は焼入れ焼戻し等の熱処理を施し、また他方、構造用鋼としての強度を得るには焼入れ後の焼戻しを低温で行ない、焼戻し組織をベーナイトあるいは焼戻マルテンサイト組織にしておく必要があるところ、かような熱処理より形成されるスケールをショットおよび酸洗により除去してから用いざるを得ないが、そのためとくにベーナイト組織を有する鋼板の加工性は酸洗時に吸収される水素の影響を受けやすく、剪断または剪断後の加工において剪断縁部から割れが発生しやすいのである。

したがって上記二つの難点を克服することができ、マルテンサイト系ステンレス鋼が開発できれば実用的に極めて意義あることである。

最近、鋼溶接技術の著しい進歩により、ステンレス鋼中のC、Nを安価に低減することが可能となり、この種技術の活用によつて溶接割れ感受性が小さいマルテンサイト系ステンレス鋼が報告されている(特公昭51-13463号公報)。さて発明者らは前述の二つの難点を克服する構造用マルテンサイト系ステンレス鋼の開発を目的に、低C、Nマルテンサイト系ステンレス鋼の母材および溶接部の諸性質について調べてきた結果、単にCおよびNを低減したのみでは溶接部の靱性と加工性は必ずしも良好とならず、またベーナイト組織を有する酸洗板の剪断割れおよび剪断後の加工割れも依然として発生することの知見を得た。しかし、かかる事態を克服せんとし、さらに研究を行なつた結果、クロムステンレス鋼に不純分としての量を混入して、従来、材質への影響を無視されていたNiの含有を厳しく制限することによつて、溶接前後の予熱および後熱を施さずとも溶接部の靱性および加工性に優れ、かつ酸洗板の剪断割れおよび剪断後の加工割れもまったく生じない構造用マルテンサイト系ステンレス鋼の開発に成功したものである。

本発明はC、Nをそれぞれ0.02%以下と低減し、かつNiを0.1%未満に限定させることによつて、構造用マルテンサイト系ステンレス鋼としての強度を附与するような組織を有する酸洗板で

4

の剪断割れおよび剪断後の加工割れがなくなり、そしてCr 1.0~1.35%の範囲でMn 1.0~3.5%またはさらにこれとともにCu 1.0%以下を限定し、加えてSiを0.5%以下とする制限の下で次式

$$\begin{aligned} \text{Cr 当量} = & (\% \text{Cr}) + 0.4 (\% \text{Si}) - 0.4 (\% \text{Mn}) \\ & - 0.7 (\% \text{Ni}) - 0.6 (\% \text{Cu}) - 3.5 (\% \text{C}) \\ & - 1.0 (\% \text{N}) \leq 1.05 \end{aligned} \quad \dots\dots(1)$$

の条件を満足することによつて溶接部における靱性と加工性を有利に改善し得ることを見出したものである。

以下本発明にかかる構造用マルテンサイト系ステンレス鋼の成分限定理由を説明する。

CおよびN:

溶接熱影響部の靱性および加工性の向上に対しそれらの低減は不可欠であり、また溶接割れ防止の点からも考えCおよびNともに0.02%が上限となる。これらの元素は低減せしめればせしめるほど望ましい。

Mn:

高温でオーステナイト相を形成させ、溶接熱影響部での粒成長を抑制するので、靱性向上に対し有効な元素である。1%未満では高温の溶接熱影響部のオーステナイト相が少なく、結晶粒の粗大化により靱性および加工性が低下するので1%を下限とする。しかし、3.5%を越えると高温での耐酸化性が低下し、鋼板製造過程でのスケール生成が多く、酸洗時に板面に肌荒が生じ板の寸法精度を著しく低下させるので、その上限を3.5%とした。

Cu:

Mnと同様に高温においてオーステナイト相を形成させ、溶接部の靱性向上に対し有効な元素である。Mnとの複合添加により(1)式におけるCr当量が1.05以下を満足するように含有させればよいが、1%を越えると熱間割れを生じ、板の製品歩留を著しく低下させるのでその上限を1.0%とした。

Ni:

表1は他の成分は本発明範囲にあり、Niのみを変化させた鋼を使用して試験した結果であるが、これに示すように0.1%以上の含有量になると、構造用鋼としての強度を附与した酸洗板の剪断後の加工において割れが生ずる。したがって、これ

5

6

を回避するにはNiを0.1未満と限定する必要がある、これが本発明の一つの大きな骨子である。

第 1 表

剪断した酸洗板の曲げ試験結果(板厚約10mm、
曲げ半径 $r=2t$)

Ni 含有量 (%)					
<0.01	0.03	0.09	0.10	0.24	0.77
割れず	割れず	割れず	割れ	割れ	割れ

Cr:

耐食性を保持させるためには最低10%のCrが不可欠である。また13.5%を越えると溶接部の靱性および加工性を保持するためにMnおよびCu等のオーステナイト形成元素をそれらの上限を越える添加が必要となり、上述のMnおよびCuの限定理由に述べるような障害が生じるのでCrの上限を13.5%とする。

Si:

Siは靱性を低下させる元素であり、極力低め20%の必要があり、本発明の主旨を達成するためには、その上限を0.5%以下にする必要がある。

この発明において上に説明した主要成分の他に、*

*不純物として鋼組成中に含有される元素の中のものとしてPは靱性の点から極力低下させる必要があり、Sは耐銹性の点から低めることが望ましい。またOは靱性の点から有害であり、脱酸剤としてAlの強脱酸が望ましい。

第1図は本発明の合金成分組成範囲における(1)式で示したCr当量の値が溶接熱影響部の延性-脆性遷移温度に及ぼす関係を示す。Cr当量が10.5を越えると熱影響部の靱性が著しく低下し、この場合の溶接熱影響部には粗大なフェライト粒が観察されることから、結晶粒の粗大化が靱性低下の原因と考えられ、靱性保持の観点からCr当量を10.5以下に制限しなければならない。

以下本発明の実施例について述べる。

第2表に示すNo.1~No.8までの各成分の鋼を100kg高周波小型溶解炉で溶製し、これらを公知の条件で熱間圧延を行ない12mm厚の熱延板を作製した。その後各々の鋼に適した熱処理を施すことにより、各々の鋼の耐力および引張り強さをそれぞれ約40kg/mm²、60kg/mm²になるように調整した板材に対しショットブラストおよび酸洗を行ない試験に供した。

第 2 表

	鋼番	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	N	Al	Cr当量
本 発 明 鋼	1	0.01	0.15	1.51	0.021	0.006	0.06	11.12	Tr	0.008	0.05	10.1
	2	0.01	0.17	2.55	0.024	0.004	<0.01	11.6	Tr	0.009	0.03	10.2
	3	0.01	0.14	1.50	0.025	0.006	0.05	11.2	0.31	0.009	0.03	10.0
	4	0.01	0.14	2.60	0.022	0.007	0.03	12.3	0.70	0.010	0.02	10.4
比 較 鋼	5	0.01	0.18	0.92	0.024	0.005	0.42	11.4	Tr	0.011	0.03	10.4
	6	0.02	0.15	1.01	0.022	0.005	0.21	11.3	0.33	0.010	0.04	9.8
	7	0.03	0.23	1.49	0.024	0.004	0.01	11.4	Tr	0.014	0.02	9.6
	8	0.02	0.20	1.12	0.024	0.005	0.02	11.5	Tr	0.033	0.01	10.1

溶接はMIG溶接で行ない、溶接芯線は1.6mmφの309溶接棒を用いた。

第3表に板およびMIG溶接継手部の機械的性

質を示す。本発明鋼は比較鋼に較べ板の加工性と継手性能ともに優れており、構造用鋼として極めて優れた特性を有していることがわかる。

第 3 表

	鋼 番	母 板	溶 接 部 の 継 手 性 能		
		剪断した試片の曲げ試験 ($r=2t, 180^{\circ}$)	斜めY型拘束割 れ試験	曲 げ 試 験 [※] ($r=2t, 180^{\circ}$)	熱影響部の延性 - 延性 脆性遷移温度(℃)
本 発 明 鋼	1	割 れ ず	ルート割れなし	割 れ ず	- 2 0 ℃
	2	"	"	"	- 1 0 ℃
	3	"	"	"	- 2 0 ℃
	4	"	"	"	- 2 0 ℃
比 較 鋼	5	剪断線部に割れ	"	"	- 1 0 ℃
	6	"	"	"	- 2 0 ℃
	7	割 れ ず	ルート割れ発生	割 れ	+ 6 0 ℃
	8	"	"	"	+ 7 0 ℃

※ 縁部は機械仕上げ

※※ 8mm厚のサブサイズ

図面の簡単な説明

第1図はC, Nそれぞれ0.02%以下の場合でのCr当量= $(\%Cr) + 0.4 \times (\%Si) - 0.4 \times (\%Mn) - 0.7 \times (\%Ni) - 0.6 \times (\%Cu)$

$20 - 35 \times (\%C) - 10 \times (\%N)$ と5mm厚の溶接熱影響部の靱性-延性遷移温度との関係を示すグラフである。

第1図

